

## **Détecteur de mouvement à six degrés de liberté avec trois capteurs de position et procédé de fabrication d'un capteur**

### **5      Domaine technique de l'invention**

L'invention concerne un détecteur de mouvement à six degrés de liberté comportant un support sur lequel sont disposés trois capteurs de position, disposés suivant trois axes, chaque capteur comportant un corps rigide, des zones conductrices disposées sur le corps rigide et un élément déformable, électriquement conducteur, présentant une position de repos, dans laquelle il est isolé des zones conductrices, et passant de la position de repos à une position active en réponse à un déplacement rapide de sens et de direction prédéterminés.

15

L'invention concerne également un procédé de fabrication d'un capteur.

### **État de la technique**

20

Dans le domaine des détecteurs de mouvement à six degrés de liberté, les détecteurs sont équipés de capteurs de position transmettant des mesures en continu pour obtenir des valeurs de positionnement précises. Les détecteurs connus répondent à une sollicitation mécanique, par exemple, à une action sur une manette, pour obtenir une indication de mouvement.

25

Ainsi le document US 5 854 622 décrit un appareil de mesure, comportant une manette sur laquelle agit un utilisateur et détectant des mouvements à six

degrés de liberté, dans lequel les capteurs utilisés sont des résistances ou des capacités variables montées sur des axes mécaniques.

5 Le document US 5 128 671 décrit un détecteur de mouvement à plusieurs degrés de liberté comportant six accéléromètres intégrés dans un solide du type joystick. Deux accéléromètre sont disposés sur chaque axe de référence du détecteur et sont sensibles à un seul mouvement correspondant à cet axe particulier. Les accéléromètres sont constitués, par exemple, par des cantilevers flexibles.

10 Les appareils décrits ci-dessus permettent de détecter des variations continues et nécessitent une action sur un axe mécanique. Ils sont complètement inadaptés à la détection de petits mouvements impulsionnels, de faible amplitude, subis par un solide et provoqués, par exemple, par des chocs ou des déplacements rapides.

15 Par ailleurs, le document US 5 610 337 décrit un accéléromètre comportant un élément sensible constitué par une poutre basculante en équilibre sur sa partie centrale. Ce type d'accéléromètre permet de détecter une rotation ou une translation par rapport à un seul axe.

### **Objet de l'invention**

25 L'invention a pour but un détecteur ne présentant pas ces inconvénients et, en particulier, un détecteur de mouvement à six degrés de liberté permettant la détection de mouvements impulsionnels.

Selon l'invention, ce but est atteint par un détecteur selon les revendications annexées et, plus particulièrement, par le fait que l'élément déformable est en équilibre autour de sa partie centrale et comporte une pluralité de positions actives, chaque position active correspondant à deux degrés de liberté, l'élément déformable étant temporairement en contact avec deux des zones conductrices dans chaque position active.

Selon un mode de réalisation préférentiel, le corps rigide d'un capteur comporte deux substrats disposés face à face, connectés par des billes constituant une interconnexion électrique entre les zones conductrices de l'un des substrats et des zones de contact électrique de sortie formés sur l'autre substrat.

L'invention a également pour but un procédé de fabrication d'un capteur, dans lequel la fabrication du capteur comporte :

- la formation sur chacun des substrats de zones conductrices, de zones de contact d'alimentation et, sur l'un des substrats, de zones de contact électrique de sortie,
- la formation sur chacun des substrats d'un pilier central, en contact avec la zone de contact d'alimentation et supportant une couche conductrice destinée à constituer un demi-élément déformable,
- l'installation de billes sur les zones de contact électrique de sortie,
- l'hybridation des deux substrats disposés face à face.

## **Description sommaire des dessins**

D'autres avantages et caractéristiques ressortiront plus clairement de la description qui va suivre de modes particuliers de réalisation de l'invention

donnés à titre d'exemples non limitatifs et représentés aux dessins annexés, dans lesquels :

La figure 1 est une vue schématique, en perspective, d'un mode particulier de réalisation d'un détecteur de mouvement à trois capteurs de position selon l'invention.

Les figures 2 et 3 sont des vues, en coupe, d'un mode particulier de réalisation d'un capteur, selon la figure 1, respectivement, en position de repos horizontale et en position de repos verticale.

Les figures 4 et 5 représentent des vues, en coupe, du capteur selon la figure 2, en réponse à une translation, respectivement vers le bas et vers le haut.

Les figures 6 et 7 représentent des vues, en coupe, du capteur selon la figure 2 en réponse à une rotation, respectivement vers la gauche et vers la droite.

Les figures 8 et 9 représentent des vues, en perspective, d'un élément déformable, respectivement en forme de disque et en forme de poutre, d'un capteur selon la figure 2.

La figure 10 illustre schématiquement les connexions électriques des capteurs à un circuit de traitement d'un détecteur selon l'invention.

Les figures 11 à 15 représentent, en coupe, cinq étapes successives de la fabrication d'un capteur selon la figure 2.

### **Description de modes particuliers de réalisation.**

Selon la figure 1, le détecteur de mouvement à six degrés de liberté comporte un support 1, sur lequel sont montés trois capteurs de position 2a, 2b et 2c, suivant trois axes orthogonaux X, Y et Z. Chaque capteur est sensible, à partir d'un certain seuil, à des impulsions perçues suivant deux degrés de liberté particuliers, c'est-à-dire à une translation et à une rotation. Le capteur 2a, ou

capteur « RxTy », est sensible à une rotation sur l'axe X et une translation sur l'axe Y. Le capteur 2b, ou capteur « RyTz », est sensible à une rotation sur l'axe Y et une translation sur l'axe Z. Et le capteur 2c, ou capteur « RzTx », est sensible à une rotation sur l'axe Z et une translation sur l'axe X.

5

Pour détecter ces impulsions, chaque capteur de position 2 utilise le principe de la balance, représenté sur les figures 2 à 7. Chaque capteur 2 est constitué d'un corps rigide 3, à l'intérieur duquel un élément déformable 4 est normalement maintenu en équilibre (figures 2 et 3) autour d'un point central, par l'intermédiaire d'un organe d'appui 5 composé de deux parties 5a et 5b, symétriques par rapport à l'élément déformable 4 et solidaires du corps rigide 3. Une des parties, 5b, de l'organe d'appui est reliée électriquement à un circuit d'alimentation électrique délivrant une tension continue +Vcc. Des zones conductrices 6, sont aménagées respectivement sur le corps rigide 3 (zones 6b) et sur l'élément déformable 4 (zones 6a). Par élément déformable, on entend tout corps élastique de faible épaisseur pouvant osciller autour de sa position de repos, représentée aux figures 2 et 3, et reprenant sa position d'origine sans avoir subi de déformation irréversible. L'élément déformable 4 peut notamment avoir la forme d'un disque, comme le montre la figure 8, ou la forme d'une poutre, comme représenté sur la figure 9. Les zones conductrices 6a de l'élément déformable 4 sont reliées électriquement à la partie 5b et peuvent être situées, par exemple, sur le pourtour et aux extrémités de l'élément déformable 4 comme le montrent les figures 8 et 9. En position de repos de l'élément déformable 4, les zones conductrices 6a de l'élément déformable 4 sont isolées des zones conductrices 6b du corps rigide 3. Celles-ci sont placées à l'intérieur du corps rigide 3 et à des emplacements prédéterminés de manière à venir sélectivement en contact avec les zones conductrices 6a de l'élément déformable 4 en position d'activation du capteur, comme le montrent les figures 4 à 7.

Dans le mode particulier de réalisation représenté sur les figures 4 à 7, le corps rigide 3 est sensiblement rectangulaire et creux, avec deux parois internes sensiblement parallèles à l'élément déformable 4 en position de repos. Au moins deux zones conductrices 6b sont réalisées sur chacune de ces parois, respectivement supérieure et inférieure.

Pour ne pas être perturbé par la force de gravité G en position de repos, l'élément déformable 4 d'un capteur 2 doit être suffisamment rigide pour ne pas fléchir sous l'effet de son propre poids et ne pas venir en contact avec le corps rigide 3 en position de repos. Son maintien en équilibre, en position de repos, est également assuré pour tout déplacement dont l'accélération reste au plus égale à la force de gravité G.

Selon le mode particulier de réalisation représenté aux figures 2 à 10, lorsqu'un mouvement de rotation ou de translation dépasse un certain seuil, les zones conductrices 6a de l'élément déformable 4 rentrent en contact un bref instant avec certaines zones conductrices 6b du corps rigide 3, par déséquilibre ou déformation. Les zones conductrices 6a, aménagées sur l'élément déformable 4, viennent ainsi brièvement en contact avec certaines zones conductrices 6b du corps rigide 3. Ce bref contact est détectable par un circuit électronique de traitement 15 connecté à toutes les zones conductrices 6b des capteurs 2 (figure 10). Chaque capteur renvoie quatre signaux S0, S1, S2 et S3 correspondant chacun à une zone conductrice 6b. En position de repos de l'élément déformable 4 d'un capteur 2, toutes les zones conductrices 6b sont isolées des zones conductrices 6a et fournissent au circuit électronique de traitement 15 des signaux binaires S0 à S3 qui prennent une première valeur, par exemple 0. Lorsqu'une zone conductrice 6b vient en contact avec une zone conductrice 6a de l'élément déformable 4, elle est alors connectée à la tension

d'alimentation +Vcc et fournit un signal correspondant ayant une seconde valeur binaire (1 dans l'exemple considéré). Le circuit électronique de traitement 15 analyse en permanence les signaux S0 à S3 fournis par les différentes zones conductrices 6b des capteurs 2 et en déduit le type et le sens du déplacement.

- 5 La correspondance entre les mouvements possibles d'un capteur 2 et les signaux S0 à S3 associés est représentée sur le tableau suivant :

	<b>S0</b>	<b>S1</b>	<b>S2</b>	<b>S3</b>
<b>Position de repos</b> <b>(figures 2 et 3)</b>	0	0	0	0
<b>Translation vers le bas</b> <b>(figure 4)</b>	0	1	0	1
<b>Translation vers le haut</b> <b>(figure 5)</b>	1	0	1	0
<b>Rotation vers la gauche</b> <b>(figure 6)</b>	0	0	1	1
<b>Rotation vers la droite</b> <b>(figure 7)</b>	1	1	0	0

- 10 Ainsi, en position de repos (figures 2 et 3), aucun contact n'est établi entre les zones conductrices 6a de l'élément déformable 4 et les zones conductrices 6b du corps rigide 3, et les quatre signaux S0, S1, S2 et S3 sont à 0. On obtient ainsi la combinaison binaire 0000.
- 15 Sur les figures 4 et 5, l'élément déformable 4 fléchit, respectivement vers le haut et vers le bas, de manière à ce que ses extrémités 6a viennent simultanément en contact avec deux zones conductrices 6b, disposées d'un même côté du

corps rigide 3, respectivement au-dessus de l'élément déformable 4 et au-dessous de l'élément déformable 4.

Pour une translation vers le bas (figure 4) d'un capteur selon la figure 2, l'élément déformable 4 entre en contact avec le corps rigide 3 au niveau des zones conductrices 6b opposées au sens de déplacement. Les signaux S1 et S3 sont à 1, et les signaux S0 et S2 à 0. On obtient ainsi la combinaison binaire 0101.

Pour une translation vers le haut (figure 5) d'un capteur selon la figure 2, l'élément déformable 4 entre également en contact avec le corps rigide 3 au niveau des zones conductrices 6b opposées au sens de déplacement. Les signaux S1 et S3 sont à 0, et les signaux S0 et S2 à 1. On obtient ainsi la combinaison binaire 1010.

Sur les figures 6 et 7, l'élément déformable 4 pivote, de manière à ce que ses extrémités 6a viennent simultanément en contact avec une zone conductrice 6b de la paroi supérieure du corps rigide 3 et avec une zone conductrice 6b de la paroi inférieure du corps rigide 3.

Pour une rotation vers la gauche (figure 6) d'un capteur selon la figure 2, l'élément déformable 4 entre en contact avec le corps rigide 3 au niveau de deux zones conductrices 6b situées sur des faces opposées. Les signaux S2 et S3 sont à 1, et les signaux S0 et S1 à 0. On obtient ainsi la combinaison binaire 0011.

Pour une rotation vers la droite (figure 7) d'un capteur selon la figure 2, l'élément déformable 4 entre en contact avec le corps rigide 3 au niveau de deux autres zones conductrices 6b situées sur des faces opposées. Les signaux S2 et S3



sont alors à 0, et les signaux S0 et S1 à 1. On obtient ainsi la combinaison binaire 1100.

5 Ainsi, selon la figure 10, si, par exemple, le capteur 2a (capteur « RxTy ») fournit la combinaison 1010, le capteur 2b (capteur « RyTz ») la combinaison 1100 et le capteur 2c (capteur « RzTx ») la combinaison 0000, alors le circuit électronique de traitement 15 en déduit que le capteur 2a a subi une translation vers le haut, c'est-à-dire une translation dans le sens positif selon Y, que le capteur 2b a subi une rotation vers la droite, c'est-à-dire une rotation dans le sens positif selon Y et, que le capteur 2c est en position de repos. Cela est alors  
10 interprété comme un mouvement du support 1 en translation selon +Y avec une rotation selon +Y.

Dans un autre exemple non représenté, si le capteur 2a (capteur « RxTy »)  
15 fournit la combinaison 0011, le capteur 2b (capteur « RyTz ») la combinaison 0101 et le capteur 2c (capteur « RzTx ») la combinaison 0101, alors le circuit électronique de traitement 15 en déduit que le capteur 2a a subi une rotation vers la gauche, c'est-à-dire une rotation dans le sens négatif selon X, que le capteur 2b a subi une translation vers le bas, c'est-à-dire une translation dans le sens négatif selon Z et, que le capteur 2c a subi une translation vers le bas, c'est-à-dire une translation dans le sens négatif selon X. Cela est alors  
20 interprété comme un mouvement du support 1 en translation et en rotation selon -X, couplées à une translation selon -Z.

25 Dans le mode particulier de réalisation représenté à la figure 8, l'élément déformable 4 est un disque de faible épaisseur en équilibre autour de son axe central. Les zones conductrices 6a sont aménagées sur le pourtour, ou périphérie, des deux faces du disque, et sont reliées à la partie 5b de l'organe d'appui 5 par des zones conductrices radiales 6c pour être alimentées

électriquement. Dans la variante de réalisation illustrée à la figure 9, l'élément déformable 4 est une poutre de faible épaisseur, en équilibre autour de son axe médian transversal. Les zones conductrices 6a sont alors disposées aux deux extrémités de la poutre, à la fois sur la face supérieure et sur la face inférieure, et sont reliées par des zones conductrices médianes longitudinales 6d, à la partie 5b de l'organe d'appui pour être alimentées électriquement.

Selon un mode particulier de réalisation représenté à la figure 15, le capteur 2 peut être réalisé par des techniques de microélectronique. Le corps rigide 3 du capteur 2 est alors constitué par hybridation de deux substrats 7a et 7b disposés face à face, et reliés électriquement et mécaniquement par des billes conductrices 8, pour une meilleure lisibilité une seule bille est représentée sur la figure 15. Chaque substrat porte des zones conductrices 6b et une zone de contact d'alimentation 10 centrale, sur laquelle est formé un pilier central 11 supportant une couche conductrice 12. La couche conductrice 12 comporte à ses extrémités des zones en saillie, tournées vers le substrat, constituant les zones de contact 6a. L'élément déformable 4 est ainsi constitué par la combinaison de deux demi-éléments, constitués chacun par une couche conductrice 12 supportée par un pilier central 11 et respectivement associés aux substrats 7a et 7b. Les couches conductrices 12 des deux demi-éléments sont, de préférence, séparés par un espace, comme représenté sur la figure 15.

L'un des substrats, 7b sur la figure 15, comporte, de plus, des zones 9 de contact électrique de sortie du capteur. Chaque capteur comporte quatre zones 9, respectivement connectées aux différentes zones conductrices 6b du capteur, de manière à permettre la transmission des signaux S0 à S3 correspondants au circuit électronique de traitement 15. Les billes 8 constituent l'interconnexion électrique entre les zones conductrices 6b du substrat 7a et les zones 9 correspondantes de contact électrique de sortie du capteur. Le nombre de billes

8 est adapté en fonction du nombre d'interconnexions électriques à réaliser et de la tenue mécanique désirée pour le capteur après assemblage des deux substrats 7a et 7b.

5 Un mode particulier de réalisation d'un capteur selon la figure 15 va être décrit plus en détail au regard des figures 11 à 15. Tout d'abord (figure 11), les zones conductrices 6b, les zones 9 de contact électrique de sortie éventuelles et les zones de contact d'alimentation 10 sont réalisées sous la forme de contacts métalliques sur les substrats 7a ou 7b. Les substrats 7a et 7b sont, de  
10 préférence, en silicium oxydé, avec une couche d'oxyde 16 ayant une épaisseur de l'ordre de 1micromètre par exemple. Les contacts métalliques sont, de préférence, réalisés en un métal qui ne s'oxyde pas, comme l'or (Au) ou un alliage de fer et de nickel (FeNi). Une couche sacrificielle 14, par exemple en résine ou en oxyde de silicium ( $\text{SiO}_2$ ), est ensuite déposée sur le substrat et  
15 gravée par tout moyen approprié, de manière à constituer un moule pour le pilier 11 et la membrane 12. Comme représenté sur la figure 12, une sous-couche conductrice 13 est ensuite déposée sur la couche sacrificielle 14 gravée. La sous-couche conductrice 13 est de préférence réalisée en un métal qui ne s'oxyde pas (Au, FeNi). Le pilier 11 et la couche conductrice 12, par exemple en  
20 alliage fer-nickel, sont alors formés sur la zone de contact d'alimentation 10 par croissance électrolytique. Un polissage permet d'aplanir la surface et d'éliminer la sous-couche conductrice 13 à la périphérie de la couche conductrice 12 (figure 13). Ensuite (figure 14), l'élimination de la couche sacrificielle 14 permet d'obtenir le demi-élément déformable associé au substrat 7b. Puis, les billes 8  
25 sont formées notamment sur les zones 9 de contact électrique de sortie du substrat 7b. Enfin, comme le montre la figure 15, l'hybridation des deux substrats 7a et 7b, disposés face à face, est effectuée par un procédé du type « puce retournée » (flip-chip), c'est-à-dire que le substrat 7a est retourné et fixé sur le substrat 7b portant les billes 8. Les billes permettent ainsi de faire transiter

les pistes électriques du substrat du haut 7a sur le substrat du bas 7b et de pouvoir facilement prendre tous les contacts. Elles assurent également une bonne tenue mécanique de l'ensemble.

5 Le détecteur décrit ci-dessus comporte donc trois capteurs identiques, qui sont sensibles chacun à une rotation et une translation et qui possèdent chacun cinq états, représentés sur les figures 3 à 7. Il permet ainsi de déterminer à la fois le type de déplacement et son sens. Par ailleurs, chaque capteur est insensible  
10 il est sensible. De plus, le détecteur utilisant des états binaires, il ne nécessite pas de calibrage.

Le détecteur selon l'invention a la faculté de détecter des impulsions, supérieures à un certain seuil, et non des signaux continus, sur six degrés de  
15 liberté avec seulement trois capteurs de position. La présence du seuil de détection permet d'utiliser le dispositif par rapport à un environnement relatif, comme on le fait pour une souris lorsque celle-ci se trouve en dehors du tapis, et d'envisager de nouveaux modes de navigations informatiques. De plus, en faisant appel aux micro-technologies de type MEMS (Micro Electronical and  
20 Mechanical System), il est possible d'atteindre de très faibles coûts et un faible encombrement. Le détecteur peut donc tenir dans la main et s'intégrer facilement dans des outils personnels portables, notamment téléphone, PDA (assistant numérique de poche), afin d'enrichir leurs fonctionnalités.

25 L'invention n'est pas limitée aux modes de réalisation décrits ci-dessus. En particulier, les trois axes X, Y et Z peuvent ne pas être orthogonaux.

## Revendications

1. Détecteur de mouvement à six degrés de liberté comportant un support (1) sur lequel sont disposés trois capteurs de position (2a), (2b) et (2c), disposés  
5 suivant trois axes, chaque capteur comportant un corps rigide (3), des zones conductrices (6b) disposées sur le corps rigide (3) et un élément déformable (4), électriquement conducteur, présentant une position de repos, dans laquelle il est isolé des zones conductrices (6b), et passant de la position de repos à une position active en réponse à un déplacement rapide de sens et de direction  
10 prédéterminés, détecteur caractérisé en ce que l'élément déformable (4) est en équilibre autour de sa partie centrale et comporte une pluralité de positions actives, chaque position active correspondant à deux degrés de liberté, l'élément déformable étant temporairement en contact avec deux des zones conductrices (6b) dans chaque position active.  
15
2. Détecteur selon la revendication 1, caractérisé en ce que les trois axes sont orthogonaux.
3. Détecteur selon l'une des revendications 1 et 2, caractérisé en ce que le  
20 déplacement rapide est une translation.
4. Détecteur selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que le déplacement rapide est une rotation.
- 25 5. Détecteur selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, caractérisé en ce qu'il comporte un circuit électronique de traitement (15), connecté aux zones conductrices (6b) des trois capteurs.

6. Détecteur selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, caractérisé en ce que l'élément déformable (4) est une poutre en équilibre autour de son axe médian transversal.

5 7. Détecteur selon la revendication 6, caractérisé en ce que la poutre comporte des zones conductrices (6a) à ses extrémités.

10 8. Détecteur selon la revendication 7, caractérisé en ce que, dans des première et seconde positions actives, l'élément déformable (4) fléchit de manière à ce que ses extrémités viennent simultanément en contact avec deux zones conductrices (6b), disposés sur une même paroi interne du corps rigide (3).

15 9. Détecteur selon l'une des revendications 7 et 8, caractérisé en ce que, dans des troisième et quatrième positions actives, l'élément déformable (4) pivote de manière à ce que ses extrémités viennent simultanément en contact avec des première et seconde zones conductrices (6b), respectivement disposées sur des parois internes supérieure et inférieure du corps rigide (3).

20 10. Détecteur selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, caractérisé en ce que l'élément déformable (4) est un disque en équilibre autour de son axe central.

25 11. Détecteur selon la revendication 10, caractérisé en ce que le disque comporte une zone conductrice périphérique (6a) sur chacune de ses faces.

12. Détecteur selon l'une quelconque des revendications 1 à 11, caractérisé en ce que l'élément déformable (4) est connecté électriquement à une zone de contact d'alimentation (10) disposée sur le corps rigide (3) du capteur.

5 13. Détecteur selon l'une quelconque des revendications 1 à 12, caractérisé en ce que l'élément déformable (4) est dans une position d'équilibre correspondant à la position de repos du capteur pour tout déplacement dont l'accélération est inférieure ou égale à la force de gravité G.

10 14. Détecteur selon l'une quelconque des revendications 1 à 13, caractérisé en ce que le corps rigide d'un capteur comporte deux substrats (7a) et (7b) disposés face à face, connectés par des billes (8) constituant une interconnexion électrique entre les zones conductrices (6b) de l'un des substrats (7a) et des zones de contact électrique de sortie (9) formés sur l'autre substrat (7b).

15 15. Détecteur selon la revendication 14, caractérisé en ce que l'élément déformable (4) est constitué par deux demi-éléments déformables comportant une couche conductrice (12), supportée par un pilier central (11), formé sur une zone de contact d'alimentation (10) centrale, formée sur le substrat (7a, 7b) correspondant.

20 16. Procédé de fabrication d'un capteur selon la revendication 15, caractérisé en ce qu'il est réalisé par des techniques de microélectronique et comporte :  
25 - la formation sur chacun des substrats (7a, 7b) de zones conductrices (6b), de zones de contact d'alimentation (10) et, sur l'un des substrats (7b), de zones de contact électrique de sortie (9),

- la formation sur chacun des substrats (7a, 7b) d'un pilier central (11), en contact avec la zone de contact d'alimentation (10) et supportant une couche conductrice (12) destinée à constituer un demi-élément déformable,
- l'installation de billes (8) sur les zones de contact électrique de sortie (9),
- 5 - l'hybridation des deux substrats (7a) et (7b) disposés face à face.



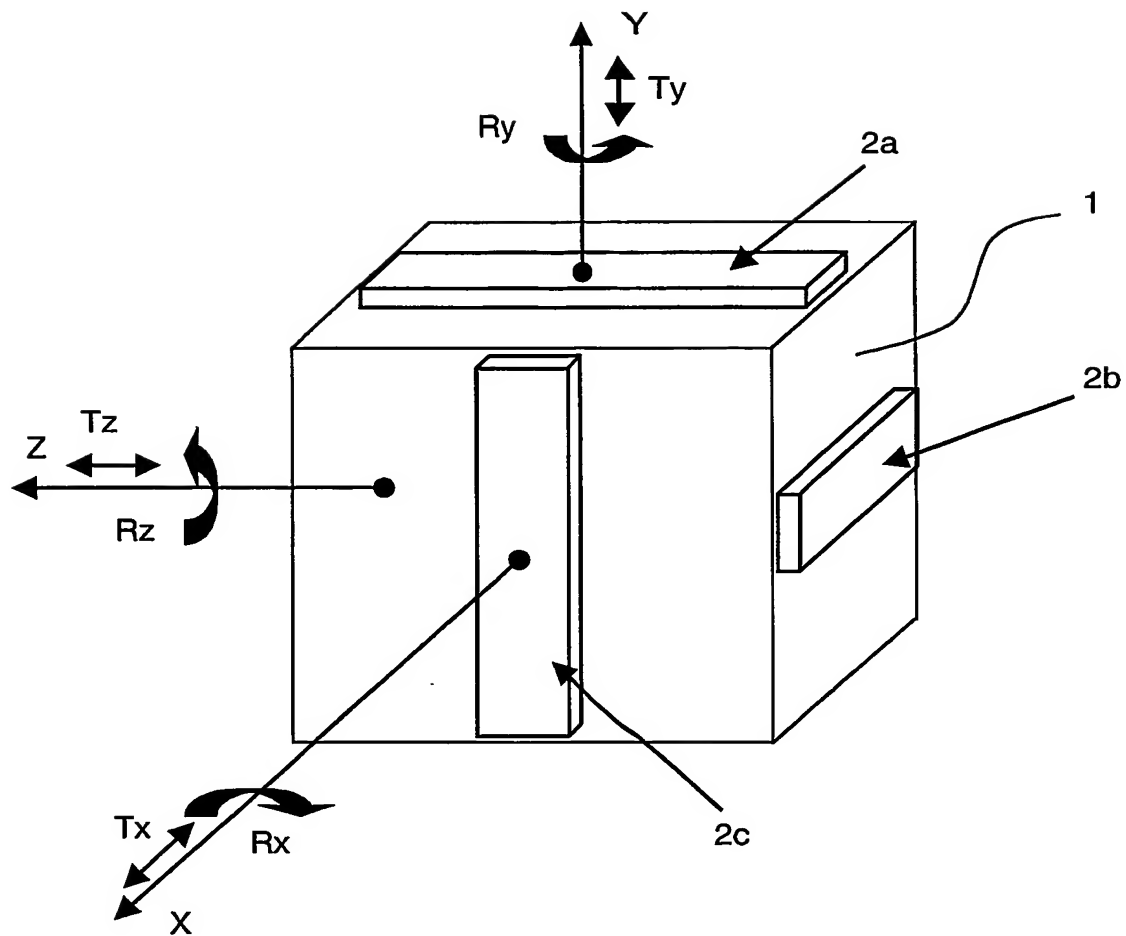


FIG. 1

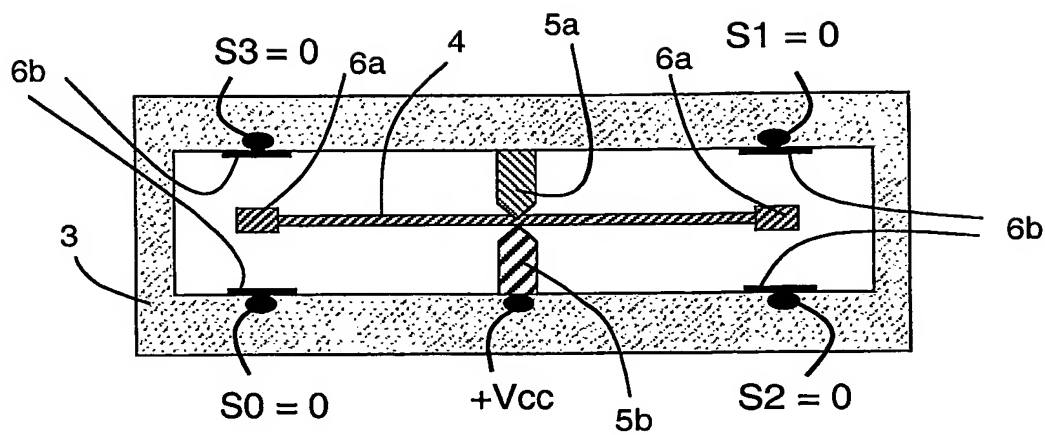


FIG. 2

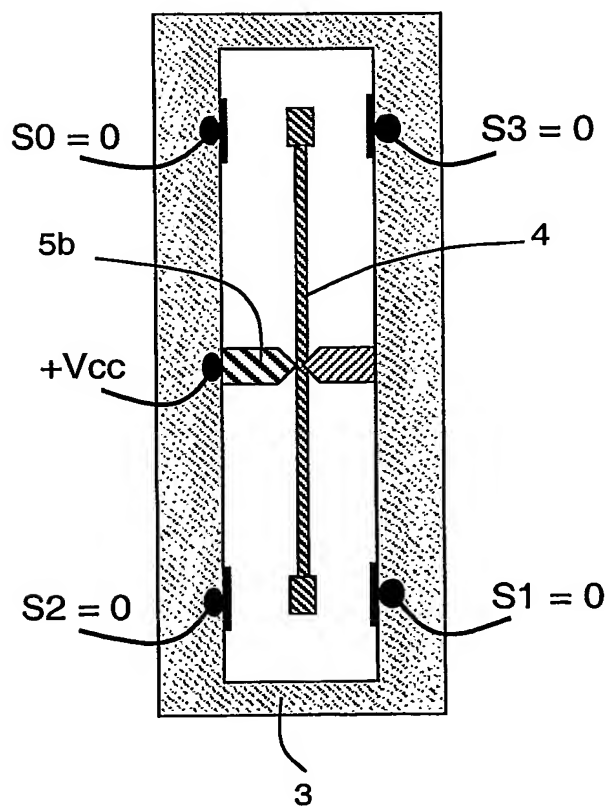


FIG. 3

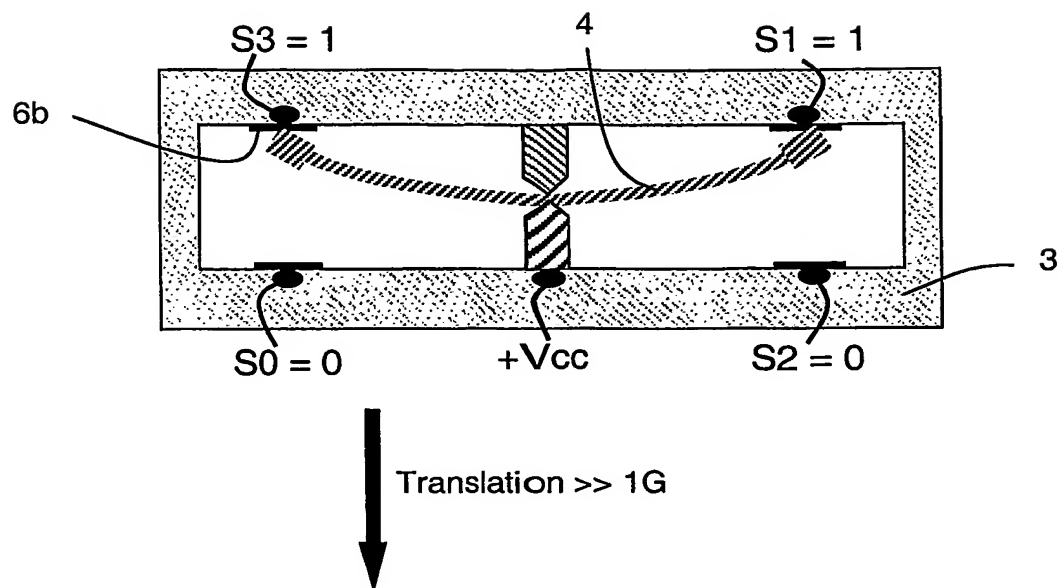


FIG. 4

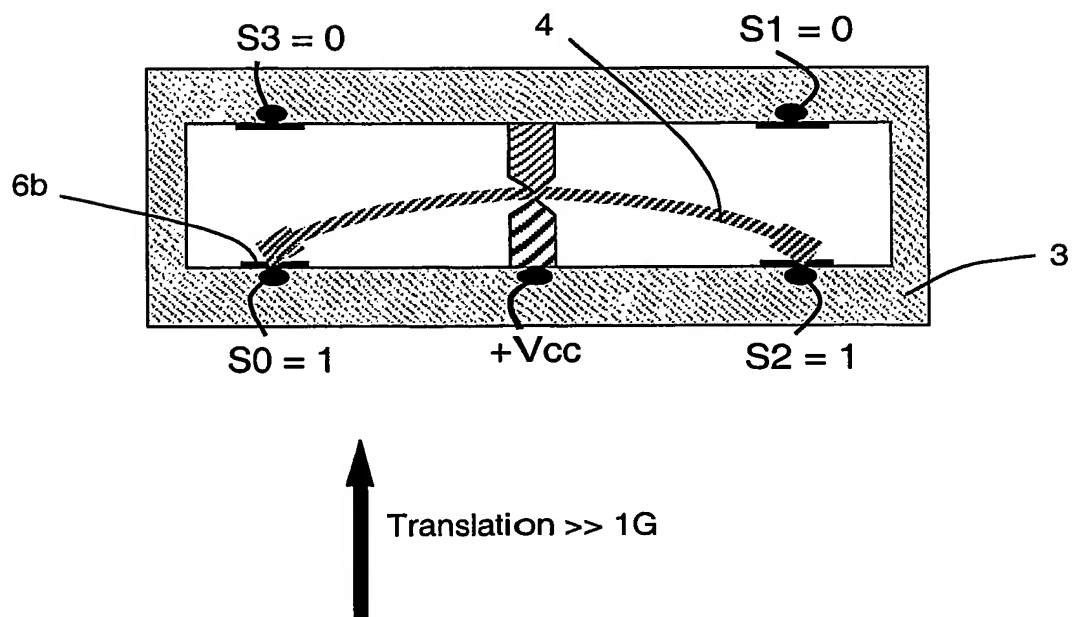


FIG. 5

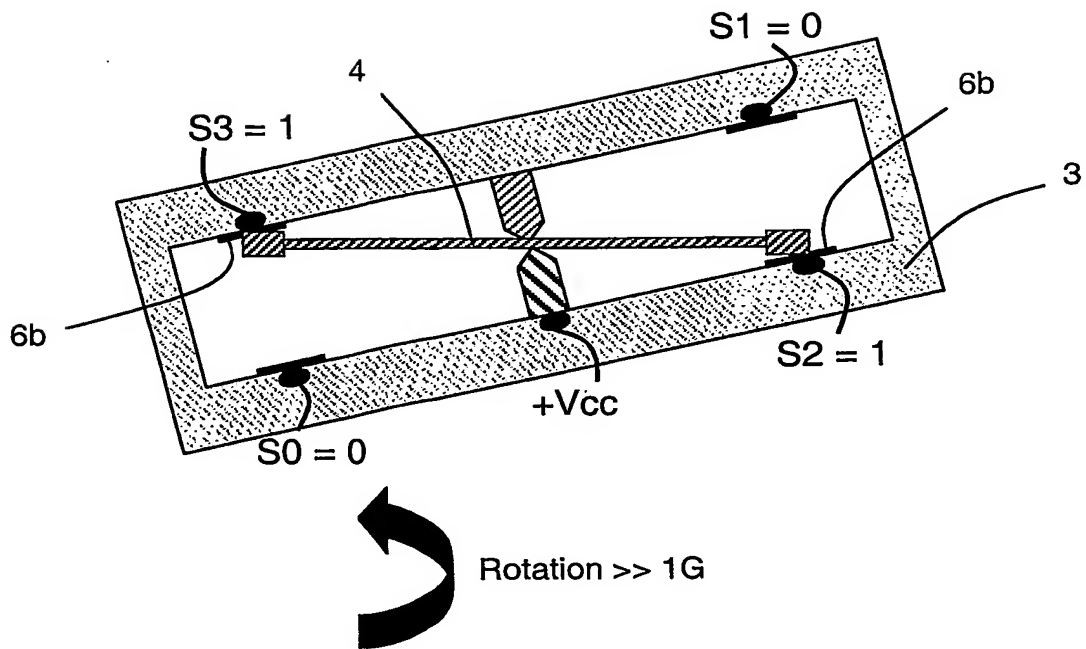


FIG. 6

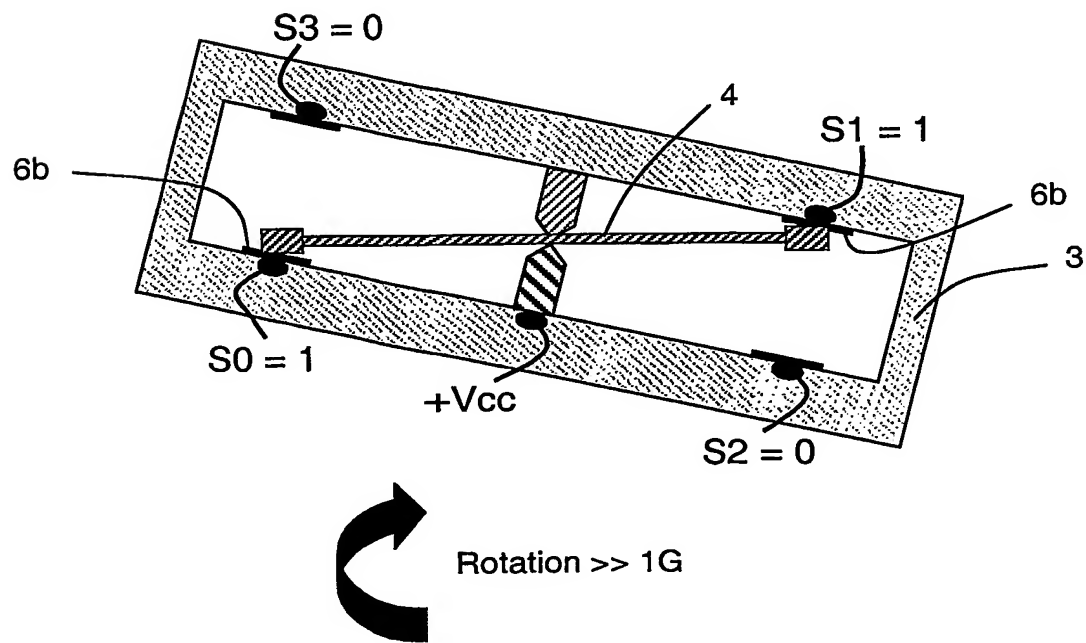


FIG. 7

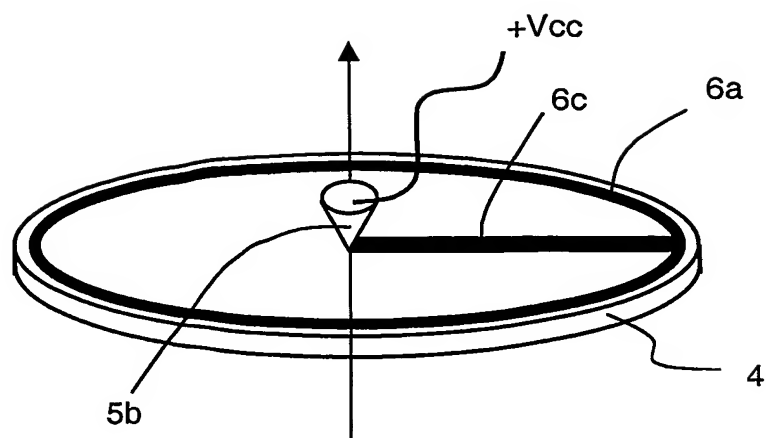


FIG. 8

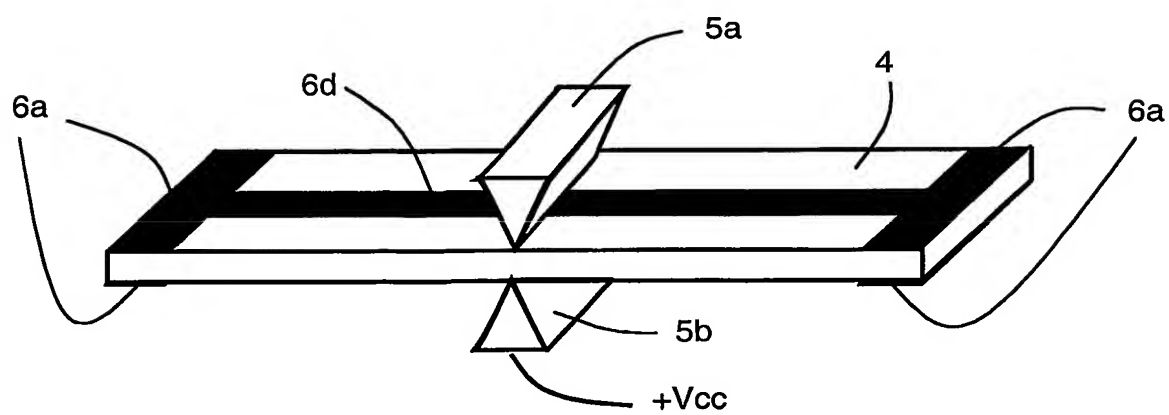


FIG. 9

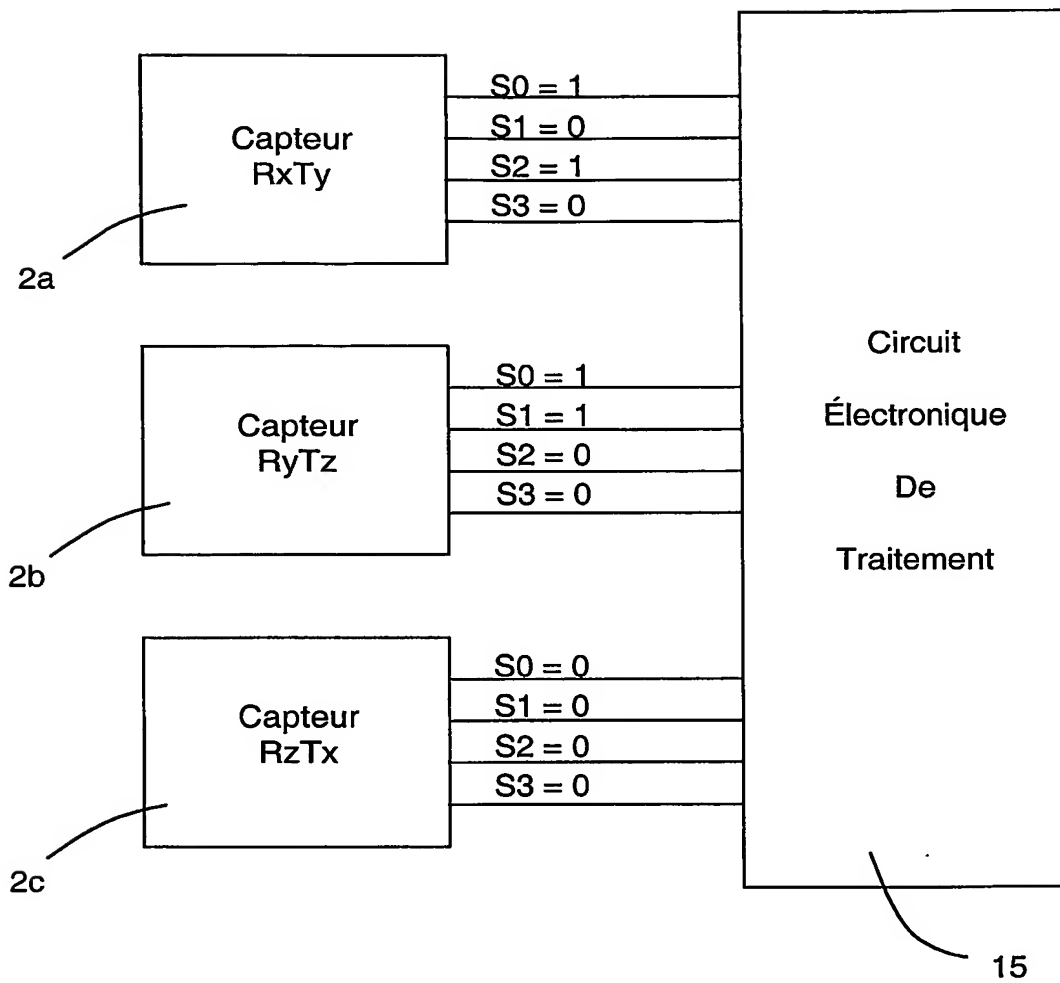


FIG. 10

717

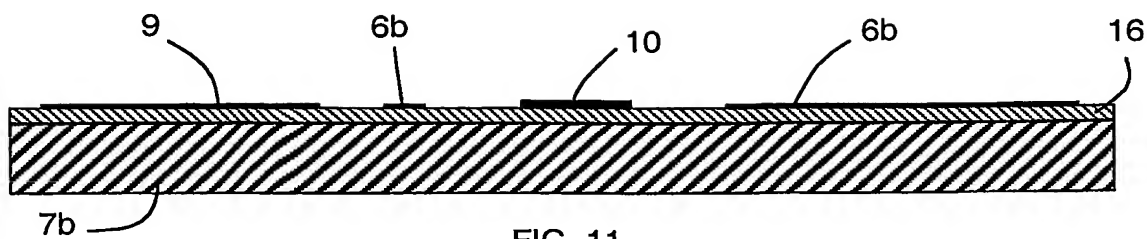


FIG. 11

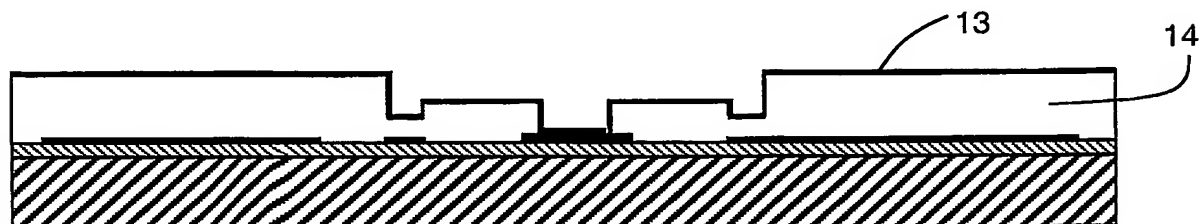


FIG. 12

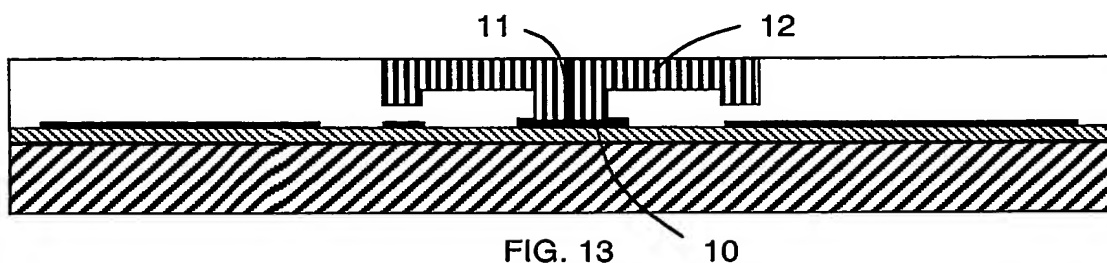


FIG. 13

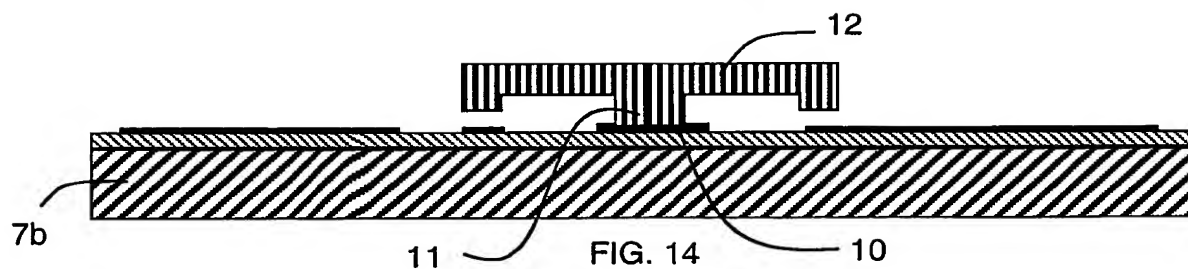


FIG. 14

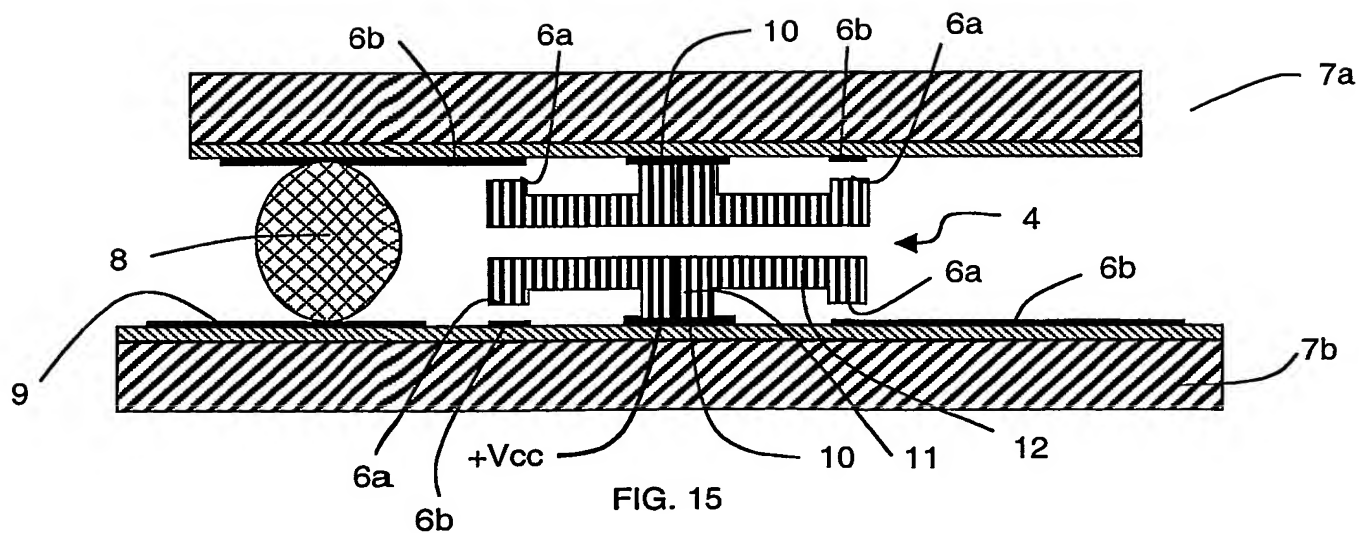


FIG. 15

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/FR2004/002736

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC 7 H01H35/14 G01P15/18 H01H1/00 G01P15/00 G01P15/08

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 H01H G01P

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	US 5 128 671 A (THOMAS JR WILLIAM A) 7 July 1992 (1992-07-07) column 2, line 11 - column 3, line 26; figures 1,2 -----	1-9,12, 13
Y	WO 96/06328 A (ELFORD PAUL CHRISTOPHER DECLAN ; ELFORD STEPHEN JEREMY (GB)) 29 February 1996 (1996-02-29) page 6, paragraph 3; claims 1,2,7; figure 2 page 11, paragraph 1 - page 12, paragraph 3 page 17, line 23 - page 17, line 2 -----	1-9,12, 13
Y	US 4 601 206 A (WATSON NORMAN F) 22 July 1986 (1986-07-22) abstract column 2, paragraph 5; figures 1,2 ----- -/-	1-9,12, 13



Further documents are listed in the continuation of box C.



Patent family members are listed in annex.

\* Special categories of cited documents :

- "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- "E" earlier document but published on or after the international filing date
- "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- "&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

24 January 2005

Date of mailing of the international search report

04/02/2005

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Felicetti, C



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

 International Application No  
 PCT/FR2004/002736

## C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category °	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	US 4 787 051 A (OLSON LYNN T) 22 November 1988 (1988-11-22) column 2, line 38 - column 3, paragraph 1 column 9, paragraph 2 -----	1-9,12, 13
Y	FR 2 733 321 A (SMITHS INDUSTRIES PLC) 25 October 1996 (1996-10-25) page 3, line 21 - page 4, line 20; figures 2,4,5 -----	1
Y	US 5 610 337 A (NELSON WILLIAM E) 11 March 1997 (1997-03-11) column 3, line 30 - column 4, line 45; figures 1B,7,8 column 10, paragraph 2 -----	1-9,12, 13
Y	WO 95/27217 A (MADER GERHARD ; NOETZEL JENS (DE); SCHULZE STEFFEN (DE); SIEMENS AG (D) 12 October 1995 (1995-10-12) page 7 - page 8; claim 1; figures 7,8 -----	1-9,12, 13
Y	EP 0 997 737 A (AKEBONO BRAKE IND) 3 May 2000 (2000-05-03) abstract; figures 1-3 -----	1-9,12, 13
Y	US 4 543 457 A (ALLEN HENRY V ET AL) 24 September 1985 (1985-09-24) column 9, paragraph 2 - column 10, paragraph 1; figures 7,8 -----	1

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/FR2004/002736

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 5128671	A	07-07-1992	NONE	
WO 9606328	A	29-02-1996	WO 9606328 A1	29-02-1996
US 4601206	A	22-07-1986	GB 2146776 A DE 3433189 A1 FR 2552222 A1 JP 1778088 C JP 4065963 B JP 60088311 A	24-04-1985 04-04-1985 22-03-1985 28-07-1993 21-10-1992 18-05-1985
US 4787051	A	22-11-1988	NONE	
FR 2733321	A	25-10-1996	DE 19610554 A1 FR 2733321 A1 GB 2300047 A ,B JP 8304081 A US 5880368 A	24-10-1996 25-10-1996 23-10-1996 22-11-1996 09-03-1999
US 5610337	A	11-03-1997	DE 69317462 D1 DE 69317462 T2 EP 0567938 A1 JP 3280468 B2 JP 6043180 A KR 274837 B1	23-04-1998 27-08-1998 03-11-1993 13-05-2002 18-02-1994 15-12-2000
WO 9527217	A	12-10-1995	DE 4411130 A1 AT 185625 T DE 4447487 A1 DE 4447488 A1 WO 9527216 A1 WO 9527214 A1 WO 9527217 A1 DE 59507051 D1 EP 0753157 A1 JP 2930729 B2 JP 9505149 T NO 964127 A US 5821419 A	05-10-1995 15-10-1999 19-10-1995 12-10-1995 12-10-1995 12-10-1995 12-10-1995 18-11-1999 15-01-1997 03-08-1999 20-05-1997 27-09-1996 13-10-1998
EP 0997737	A	03-05-2000	JP 11237402 A EP 0997737 A1 US 6230564 B1 WO 9942843 A1	31-08-1999 03-05-2000 15-05-2001 26-08-1999
US 4543457	A	24-09-1985	EP 0168493 A1 JP 61501233 T WO 8503383 A1	22-01-1986 19-06-1986 01-08-1985

# RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

De... de Internationale No

PCT/FR2004/002736

## A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE

CIB 7 H01H35/14 G01P15/18 H01H1/00 G01P15/00 G01P15/08

Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB

## B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE

Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement)

CIB 7 H01H G01P

Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche

Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si réalisable, termes de recherche utilisés)

EPO-Internal, WPI Data

## C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie *	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
Y _ _	US 5 128 671 A (THOMAS JR WILLIAM A) 7 juillet 1992 (1992-07-07) colonne 2, ligne 11 - colonne 3, ligne 26; figures 1,2	1-9, 12, 13
Y	WO 96/06328 A (ELFORD PAUL CHRISTOPHER DECLAN ; ELFORD STEPHEN JEREMY (GB)) 29 février 1996 (1996-02-29) page 6, alinéa 3; revendications 1,2,7; figure 2 page 11, alinéa 1 - page 12, alinéa 3 page 17, ligne 23 - page 17, ligne 2	1-9, 12, 13
Y	US 4 601 206 A (WATSON NORMAN F) 22 juillet 1986 (1986-07-22) abrégé colonne 2, alinéa 5; figures 1,2	1-9, 12, 13
	----- -/-	



Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents



Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe

### \* Catégories spéciales de documents cités:

- "A" document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent
- "E" document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date
- "L" document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée)
- "O" document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens
- "P" document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée

- "T" document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention
- "X" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément
- "Y" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier
- "&" document qui fait partie de la même famille de brevets

Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée

24 janvier 2005

Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale

04/02/2005

Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale

Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Fonctionnaire autorisé

Felicetti, C

# RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

De... de Internationale No

PCT/FR2004/002736

## C.(suite) DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
Y	US 4 787 051 A (OLSON LYNN T) 22 novembre 1988 (1988-11-22) colonne 2, ligne 38 - colonne 3, alinéa 1 colonne 9, alinéa 2 -----	1-9,12, 13
Y	FR 2 733 321 A (SMITHS INDUSTRIES PLC) 25 octobre 1996 (1996-10-25) page 3, ligne 21 - page 4, ligne 20; figures 2,4,5 -----	1
Y	US 5 610 337 A (NELSON WILLIAM E) 11 mars 1997 (1997-03-11) colonne 3, ligne 30 - colonne 4, ligne 45; figures 1B,7,8 colonne 10, alinéa 2 -----	1-9,12, 13
Y	WO 95/27217 A (MADER GERHARD ; NOETZEL JENS (DE); SCHULZE STEFFEN (DE); SIEMENS AG (D) 12 octobre 1995 (1995-10-12) page 7 - page 8; revendication 1; figures 7,8 -----	1-9,12, 13
Y	EP 0 997 737 A (AKEBONO BRAKE IND) 3 mai 2000 (2000-05-03) abrégé; figures 1-3 -----	1-9,12, 13
Y	US 4 543 457 A (ALLEN HENRY V ET AL) 24 septembre 1985 (1985-09-24) colonne 9, alinéa 2 - colonne 10, alinéa 1; figures 7,8 -----	1

# RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande internationale No

PCT/FR2004/002736

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 5128671	A	07-07-1992	AUCUN	
WO 9606328	A	29-02-1996	WO 9606328 A1	29-02-1996
US 4601206	A	22-07-1986	GB 2146776 A DE 3433189 A1 FR 2552222 A1 JP 1778088 C JP 4065963 B JP 60088311 A	24-04-1985 04-04-1985 22-03-1985 28-07-1993 21-10-1992 18-05-1985
US 4787051	A	22-11-1988	AUCUN	
FR 2733321	A	25-10-1996	DE 19610554 A1 FR 2733321 A1 GB 2300047 A , B JP 8304081 A US 5880368 A	24-10-1996 25-10-1996 23-10-1996 22-11-1996 09-03-1999
US 5610337	A	11-03-1997	DE 69317462 D1 DE 69317462 T2 EP 0567938 A1 JP 3280468 B2 JP 6043180 A KR 274837 B1	23-04-1998 27-08-1998 03-11-1993 13-05-2002 18-02-1994 15-12-2000
WO 9527217	A	12-10-1995	DE 4411130 A1 AT 185625 T DE 4447487 A1 DE 4447488 A1 WO 9527216 A1 WO 9527214 A1 WO 9527217 A1 DE 59507051 D1 EP 0753157 A1 JP 2930729 B2 JP 9505149 T NO 964127 A US 5821419 A	05-10-1995 15-10-1999 19-10-1995 12-10-1995 12-10-1995 12-10-1995 12-10-1995 18-11-1999 15-01-1997 03-08-1999 20-05-1997 27-09-1996 13-10-1998
EP 0997737	A	03-05-2000	JP 11237402 A EP 0997737 A1 US 6230564 B1 WO 9942843 A1	31-08-1999 03-05-2000 15-05-2001 26-08-1999
US 4543457	A	24-09-1985	EP 0168493 A1 JP 61501233 T WO 8503383 A1	22-01-1986 19-06-1986 01-08-1985